

УДК 330.3:001.53

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2024.3\(43\).20-26](https://doi.org/1034169/2414-0651.2024.3(43).20-26)

Н. В. ГАМАЛІЙ, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0003-1505-854X>

М. І. ЛУХАНІН, доктор технічних наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-1919-8526>

В. Є. СІРЕНКО, кандидат економічних наук
<https://orcid.org/0000-0002-0857-993X>
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

О. С. УРУСЬКИЙ, доктор технічних наук
<https://orcid.org/0000-0002-0837-1397>
(ТОВ «Прогрестех-Україна, м. Київ)

І. Ю. ГАВРИЛЮК
<https://orcid.org/0000-0002-3514-0738>
(Міністерство оборони України, м. Київ)

СИНЕРГЕТИЧНИЙ БЕНЧМАРКІНГ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

На основі синергетичного підходу до аналізу стану економічних систем показана можливість їх класифікації за ступенем стійкості. Проведено аналіз стану економічно розвинутих країн Європи за показником ВВП з використанням якісної теорії диференціальних рівнянь (скінченнорізницеви рівнянь).

Обґрунтована можливість на основі синергетичного (фазового) бенчмаркінга здійснення синтезу стійких економічних систем за рахунок підбору необхідних ендегенних показників.

Ключові слова: фазова траєкторія розвитку, фазова площа стану системи, екзогенні шоки, ендегенні флуктуації, синергетичний бенчмаркінг, аттрактор, ентропія, ОПК.

ВСТУП

Останніми роками ідеї синергетики (міждисциплінарної науки, що зародилася в теорії термодинаміки) почали проникати в економічні дослідження. Все частіше в роботах економістів використовуються терміни: біфуркація, аттрактор, катастрофа, гістерезис та ін. При синергетичному підході до вивчення економічних систем велике значення має поняття «синергетичний ефект» – результат кооперативної дії елементів економічної системи, що призводить до якісної зміни стану економіки та траєкторії її розвитку, а також до утримання економіки на стійкій траєкторії розвитку, незважаючи на екзогенні шоки та ендегенні флуктуації.

В основі синергетичної економіки лежать розроблені синергетикою (міждисциплінарним напрямом наукових досліджень, в рамках якого вивчаються процеси переходу від хаосу до порядку і назад) процеси самоорганізації та самодезорганізації у відкритих нелінійних середовищах найрізноманітнішої природи. Маючи природно наукове коріння, синергетика базується на якісній теорії

диференціальних рівнянь, що використовує різниці диференціальні рівняння замість звичайних диференціальних рівнянь. При розгляді поведінки людей, у тому числі й економічної системи, необхідно враховувати, що її стан, у кожний конкретний момент часу, визначається набором показників, значення яких визначається всередині самої системи, а не ззовні, особливо це характерно для систем військового призначення.

Тобто йдеться про ендегенні, а не екзогенні показники. Якщо спробувати охарактеризувати економічну діяльність кожного окремого суб'єкта господарювання декількома (n) ендегенними показниками – тоді для характеристики всієї економіки доведеться використовувати $n \times P$ показників, де P – кількість суб'єктів господарювання.

Видається більш ефективним відібрати невелику кількість показників, що характеризують економіку, що вивчається. Такий відбір ендегенних показників виступає як система координат для дослідження і носить назву фазового простору, а кожен з ендегенних показників, що входить до набору, називається фазовою змінною (час (t) не входить до числа фазових змінних, оскільки час є екзогенною змінною).

Послідовно переходячи від однієї точки у фазовому просторі до іншої, система описує фазову криву (траєкторію). Кожній точці фазової траєкторії відповідають певні показники стану динамічної системи. Їх кількість визначається розмірністю фазового простору. Звичайно розглядають фазовий простір, в якому по осі абсцис відкладають значення самої фазової змінної, а по осі ординат – значення похідної фазової змінної у відповідні моменти часу

$$\begin{cases} x_1 = x; \\ x_2 = \dot{x}. \end{cases}$$

Але, для того щоб було можливим використовувати таку систему координат, необхідно знання закону зміни фазової змінної x . Очевидно, що в економічних дослідженнях частіше всього доводиться мати справу з емпіричними даними, точний закон зміни яких невідомий, а самі дані дискретні.

Тобто, необхідно використовувати двовимірне дискретне відображення, в якому по осі абсцис відкладається значення змінної в кожен окремий момент часу, а по осі ординат – відповідне їм значення тієї ж змінної в наступний момент часу (очевидно, що для того, щоб такий підхід був коректним, необхідно, щоб частота дискретизації була постійною, тобто статистичні дані представляли стан системи, що досліджується через рівні проміжки часу) [1].

$$\begin{cases} x_1 = x_t \\ x_2 = x_{t+1} \end{cases}; \quad x_{t+2} = f(x_t).$$

Тобто, використовуємо систему різницеви рівнянь, які більш важливі для економічної теорії [2].

Метою статті є аналіз стану економічної системи розвинутих країн Європи, з використанням фазових траєкторій, виявлення закономірностей розвитку економічних систем розвинутих країн Європи і вироблення рекомендацій з реформування економічної системи України, зокрема системи ОПК.

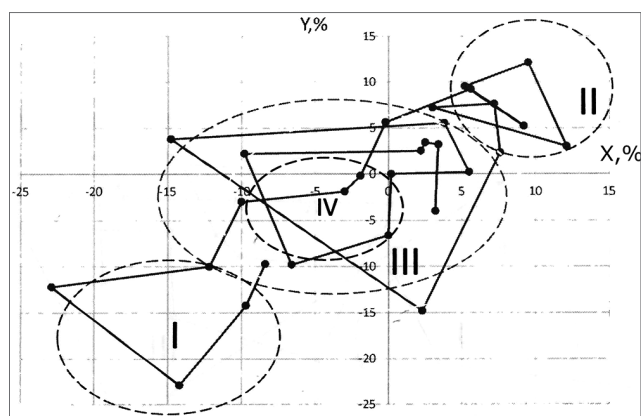
Описаний вище підхід до аналізу динаміки внутрішнього валового продукту (ВВП) економічних систем застосовний для всіх суб'єктів господарської діяльності (оскільки ВВП представляє собою суму валових добавлених вартостей, створюваних як окремими суб'єктами господарської діяльності, так і галузевими економічними системами). Викладений далі підхід в повній мірі застосовний до аналізу стану ОПК України і виробленню рекомендацій з його реформування.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як приклад, розглянемо динаміку зміни реального ВВП України в період з 1990 року до 2020 року у відсотках. Маючи статистику зміни ВВП (табл. 1), побудуємо фазову траєкторію економіки України за останні 30 років.

Т а б л и ц я 1. Динаміка зміни ВВП України

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1991	-8,4	-9,7	2006	+7,2	+7,6
1992	-9,7	-14,2	2007	+7,6	+2,3
1993	-14,2	-22,9	2008	+2,3	-14,8
1994	-22,9	-12,2	2009	-14,8	+3,8
1995	-12,2	-10	2010	+3,8	+5,5
1996	-10	-3	2011	+5,5	+0,2
1997	-3	-1,9	2012	+0,2	0
1998	-1,9	-0,2	2013	0	-6,6
1999	-0,2	+5,6	2014	-6,6	-9,8
2000	+5,6	+9,2	2015	-9,8	+2,2
2001	+9,2	+5,2	2016	+2,2	+2,5
2002	+5,2	+9,5	2017	+2,5	+3,4
2003	+9,5	+12,1	2018	+3,4	+3,2
2004	+12,1	+3	2019	+3,2	-4
2005	+3	+7,2	2020	-4	



Р и с . 1. Фазова траєкторія економіки України (x і y – ріст ВВП по роках у % в порівнянні з попереднім)

Аналізуючи фазову траєкторію економіки, можна отримати цікаву інформацію про якісний стан економіки України за останні 30 років. Чітко прослідковуються граничні цикли траєкторії, біфуркаційні переходи від одного стійкого стану економіки до іншого, наявність граничних

циклів, що забезпечують стійкість економічної системи на певних часових інтервалах. Однак, на наш погляд, найбільш продуктивно можна використовувати фазові траєкторії для розробки рекомендацій щодо подальшого вдосконалення економічної системи та підсистеми ОПК нашої держави.

Представляється можливим застосування бенчмаркінга для розробки рекомендацій щодо поліпшення роботи розглянутої системи. Такий підхід можна назвати синергетичний (фазовий) бенчмаркінг. Тобто, на основі наявних статистичних даних функціонування вибраної еталонної системи неважко побудувати еталонну фазову траєкторію. Потім, порівнюючи значення ендегенних параметрів системи та змінюючи їх значення, необхідно отримати максимальну подібність з вибраним еталоном.

Необов'язково в якості еталону вибирати реальну економічну модель, можна створити модель на основі бажаних економічних показників, навіть практично недосяжну (потенційну). Звісно, наближаючись до ідеалу, будемо покращувати значення показників нашої системи.

Ключові синергетичні показники економічних систем:

- 1) наявність аттракторів;
- 2) переключення між аттракторами (фазові переходи);
- 3) біфуркації;
- 4) катастрофи економічної динаміки;
- 5) гістерезис.

Застосування аттракторів – це стійкі шляхи економічного розвитку (темпи зростання ВВП наближаються до циклічного). Система повертається на циклічну траєкторію після кожного екзогенного шоку. Важливо те, що аттрактори є відокремленими, тобто розташовані окремо в різних сферах фазового простору (тобто ентропія фазового простору велика).

Застосовно до економіки дискретність аттракторів чи стійких шляхів розвитку економічної системи означає, що неможливо довільним чином змінювати значення фазових змінних, щоб такі суб'єктивно визначені значення зберігалися в ході розвитку економічної системи. Система автоматично повертає розвиток на обрану траєкторію, якщо зовнішня дія не вивела економічну систему за межі області притягання аттрактора.

Аналізуючи фазову криву на рис. 1, можна виділити 4 аттрактори (на схемі позначені римськими цифрами I–IV, де I – 1991–1995 роки, II – 2000–2006 роки, III – 2007–2011 роки, IV – 2011–2019 роки).

Перехід від одного аттрактора до іншого здійснюється за рахунок фазових переходів без зміни фазового портрета системи, тобто еволюційним шляхом. Фазові переходи виникають у результаті зміни режимів функціонування економіки чи зміни конкурентної моделі ринку. Можливий інший спосіб зміни аттрактора – революційний стрибок. Він виникає при зміні фазового портрета системи.

Проаналізуємо фазові траєкторії економіки найбільш економічно розвинених країн Європи за останні роки на основі наявних статистичних даних таких країн як Польща, Швейцарія, Данія, Нідерланди, Фінляндія, Німеччина, Ісландія та Норвегія. Побудуємо фазові траєкторії та проведемо їх аналіз (табл. 2 – 9 та рис. 2 – 9).

Таблиця 2. Динаміка зміни ВВП Польщі [4]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	-6		2001	1,2	1,4
1981	-10	-4	2002	1,4	3,5
1982	-4	5,6	2003	3,5	5
1983	5,6	0	2004	5	3,5
1984	0	3,9	2005	3,5	6,1
1985	3,9	3,5	2006	6,1	7,1
1986	3,5	2,3	2007	7,1	4,2
1987	2,3	3,3	2008	4,2	2,8
1988	3,3	3,8	2009	2,8	3,7
1989	3,8	-7,2	2010	3,7	4,8
1990	-7,2	-7	2011	4,8	1,3
1991	-8	2	2012	1,3	1,1
1992	2	4,3	2013	1,1	3,4
1993	4,3	5,2	2014	3,4	4,2
1994	5,2	6,7	2015	4,2	3,1
1995	6,7	6,2	2016	3,1	4,8
1996	6,2	7,1	2017	4,8	5,4
1997	7,1	5	2018	5,4	4,7
1998	5	4,5	2019	4,7	-2,2
1999	4,5	4,3	2020	-2,2	5,9
2000	4,3	1,2			

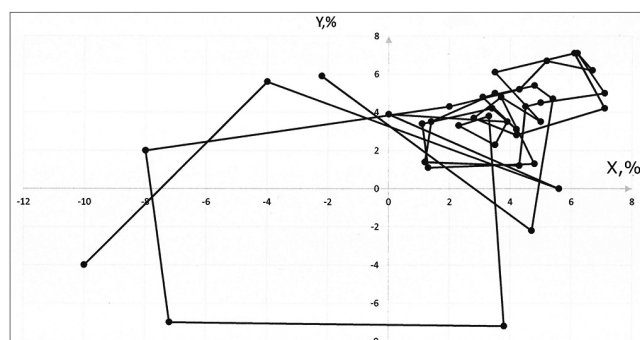


Рис. 2. Фазова траєкторія економіки Польщі

Таблиця 3. Динаміка зміни ВВП Німеччини [5]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	1,3	0,1	2001	1,7	-0,2
1981	0,1	-0,8	2002	-0,2	-0,7
1982	-0,8	1,6	2003	-0,7	1,2
1983	1,6	2,8	2004	1,2	0,7
1984	2,8	2,2	2005	0,7	3,8
1985	2,2	2,4	2006	3,8	3
1986	2,4	1,5	2007	3	1
1987	1,5	3,7	2008	1	-5,7
1988	3,7	3,9	2009	-5,7	4,2
1989	3,9	5,7	2010	4,2	3,9
1990	5,7	5	2011	3,9	0,4
1991	5	1,9	2012	0,4	0,4
1992	1,9	-1	2013	0,4	2,2

Закінчення табл. 3

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1993	-1	2,4	2014	2,2	1,5
1994	2,4	1,5	2015	1,5	2,2
1995	1,5	0,8	2016	2,2	2,7
1996	0,8	1,8	2017	2,7	1
1997	1,8	2	2018	1	1,1
1998	2	1,9	2019	1,1	-3,7
1999	1,9	2,9	2020	-3,7	2,6
2000	2,9	1,7	2021	2,6	1,8
			2022	1,8	-0,1

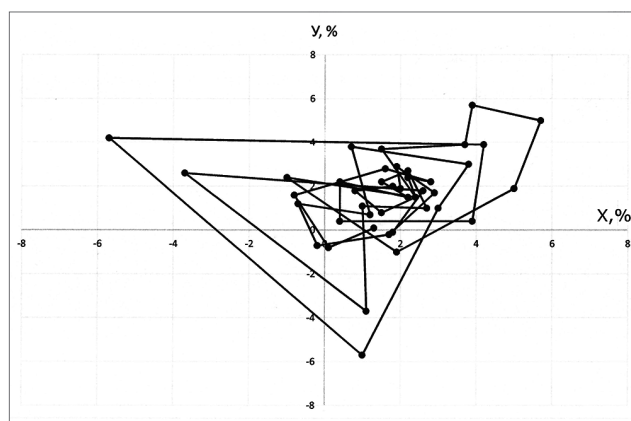
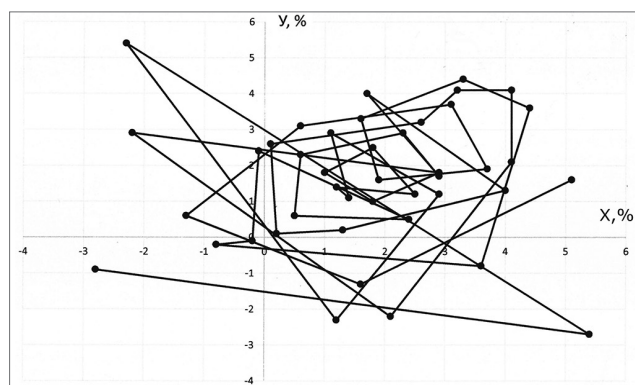


Рис. 3. Фазова траєкторія економіки Німеччини

Таблиця 4. Динаміка зміни ВВП Швейцарії [6]

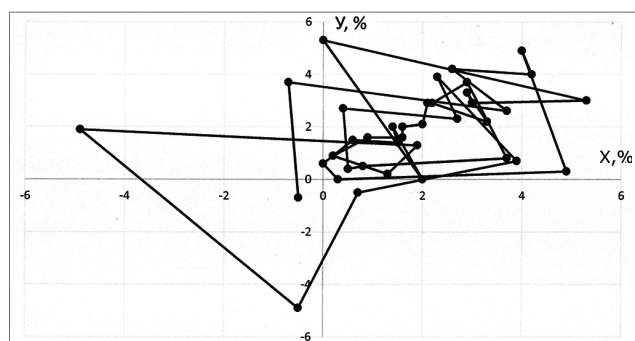
Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	5,1	1,6	2001	1,3	0,2
1981	1,6	-1,3	2002	0,2	0,1
1982	-1,3	0,6	2003	0,1	2,6
1983	0,6	3,1	2004	2,6	3,2
1984	3,1	3,7	2005	3,2	4,1
1985	3,7	1,9	2006	4,1	4,1
1986	1,9	1,6	2007	4,1	2,1
1987	1,6	3,3	2008	2,1	-2,2
1988	3,3	4,4	2009	-2,2	2,9
1989	4,4	3,6	2010	2,9	1,8
1990	3,6	-0,8	2011	1,8	1
1991	-0,8	-0,2	2012	1	1,8
1992	-0,2	-0,1	2013	1,8	2,5
1993	-0,1	2,4	2014	2,5	1,2
1994	2,4	0,5	2015	1,2	1,4
1995	0,5	0,6	2016	1,4	1,1
1996	0,6	2,3	2017	1,1	2,9
1997	2,3	2,9	2018	2,9	1,2
1998	2,9	1,7	2019	1,2	-2,3
1999	1,7	4	2020	-2,3	5,4
2000	4	1,3	2021	5,4	-2,7
			2022	-2,8	-0,9



Р и с . 4. Фазова траєкторія економіки Швейцарії

Т а б л и ц я 5. Динаміка зміни ВВП Данії [7]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	-0,5	-0,7	2001	0,8	0,5
1981	-0,7	3,7	2002	0,5	0,4
1982	3,7	2,6	2003	0,4	2,7
1983	2,6	4,2	2004	2,7	2,3
1984	4,2	4	2005	2,3	3,9
1985	4	4,9	2006	3,9	0,7
1986	4,9	0,3	2007	0,7	-0,5
1987	0,3	0	2008	-0,5	-4,9
1988	0	0,6	2009	-4,9	1,9
1989	0,6	1,5	2010	1,9	1,3
1990	1,5	1,4	2011	1,3	0,2
1991	1,4	2	2012	0,2	0,9
1992	2	0	2013	0,9	1,6
1993	0	5,3	2014	1,6	1,6
1994	5,3	3	2015	1,6	2
1995	3	2,9	2016	2	2,1
1996	2,9	3,3	2017	2,1	2,9
1997	3,3	2,2			
1998	2,2	2,9			
1999	2,9	3,7			
2000	3,7	0,8			



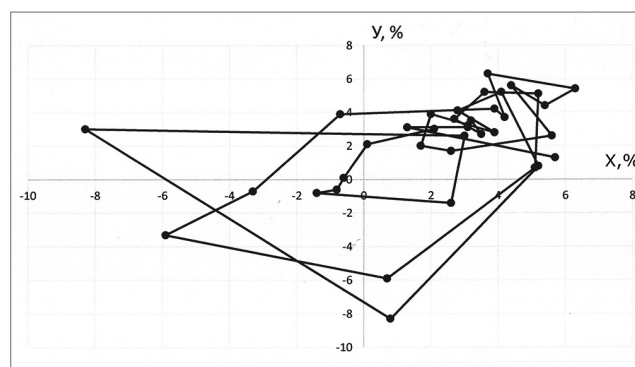
Р и с . 5. Фазова траєкторія економіки Данії

Т а б л и ц я 6. Динаміка зміни ВВП Фінляндії [8]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	5,7	1,3	2001	2,6	1,7

Закінчення табл. 6

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1981	1,3	3,1	2002	1,7	2
1982	3,1	3,1	2003	2	3,9
1983	3,1	3,2	2004	3,9	2,8
1984	3,2	3,5	2005	2,8	4,1
1985	3,5	2,7	2006	4,1	5,2
1986	2,7	3,6	2007	5,2	0,8
1987	3,6	5,2	2008	0,8	-8,3
1988	5,2	5,1	2009	-8,3	3
1989	5,1	0,7	2010	3	2,6
1990	0,7	-5,9	2011	2,6	-1,4
1991	-5,9	-3,3	2012	-1,4	-0,8
1992	-3,3	-0,7	2013	-0,8	-0,6
1993	-0,7	3,9	2014	-0,6	0,1
1994	3,9	4,2	2015	0,1	2,1
1995	4,2	3,7	2016	2,1	3
1996	3,7	6,3	2017	3	
1997	6,3	5,4			
1998	5,4	4,4			
1999	4,4	5,6			
2000	5,6	2,6			



Р и с . 6. Фазова траєкторія економіки Фінляндії

Т а б л и ц я 7. Динаміка зміни ВВП Нідерландів [9]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	0	-0,5	2001	2,1	0,1
1981	-0,5	-1,2	2002	0,1	0,3
1982	-1,2	1,8	2003	0,3	2
1983	1,8	3,1	2004	2	2,2
1984	3,1	2,7	2005	2,2	3,5
1985	2,7	3,1	2006	3,5	3,7
1986	3,1	1,9	2007	3,7	1,7
1987	1,9	4,6	2008	1,7	-3,8
1988	4,6	4,4	2009	-3,8	1,3
1989	4,4	4,2	2010	1,3	1,6
1990	4,2	2,4	2011	1,6	-1
1991	2,4	1,7	2012	-1	-0,1

Закінчення табл. 7

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1992	1,7	1,3	2013	-0,1	1,4
1993	1,3	3	2014	1,4	2
1994	3	2,6	2015	2	2,2
1995	2,6	3,6	2016	2,2	2,9
1996	3,6	4,3	2017	2,9	2,5
1997	4,3	4,5	2018	2,5	
1998	4,5	5			
1999	5	4,3			
2000	4,3	2,1			

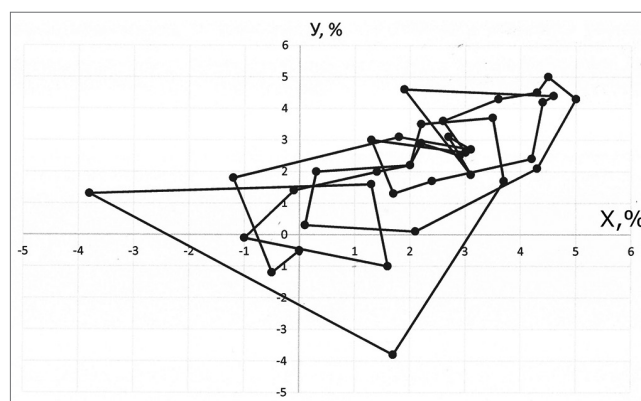


Рис. 7. Фазова траєкторія економіки Нідерландів

Таблиця 8. Динаміка зміни ВВП Норвегії [10]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	4,5	1,6	2001	2,1	1,4
1981	1,6	0,2	2002	1,4	0,9
1982	0,2	4	2003	0,9	4
1983	4	6,1	2004	4	2,6
1984	6,1	5,6	2005	2,6	2,4
1985	5,6	4	2006	2,4	3
1986	4	1,8	2007	3	0,5
1987	1,8	0,3	2008	0,5	-1,7
1988	0,3	1	2009	-1,7	0,7
1989	1	1,9	2010	0,7	1
1990	1,9	3,1	2011	1	2,7
1991	3,1	3,6	2012	2,7	1
1992	3,6	2,8	2013	1	2
1993	2,8	5,1	2014	2	2
1994	5,1	4,2	2015	2	1,1
1995	4,2	5	2016	1,1	1,8
1996	5	5,3	2017	1,8	
1997	5,3	2,6			
1998	2,6	2			
1999	2	3,2			
2000	3,2	2,1			

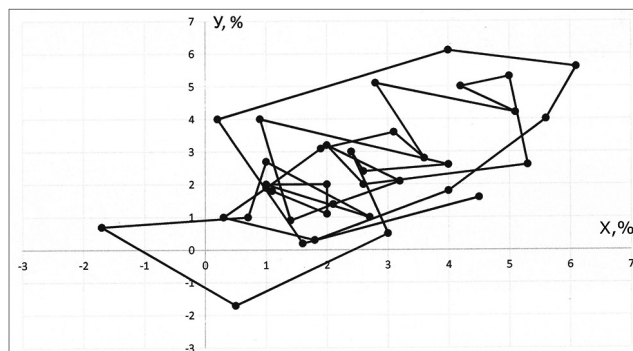


Рис. 8. Фазова траєкторія економіки Норвегії

Таблиця 9. Динаміка зміни ВВП Ісландії [11]

Рік	X, %	Y, %	Рік	X, %	Y, %
1980	5,7	4,3	2001	3,9	0,6
1981	4,3	2,2	2002	0,6	2,4
1982	2,2	-2,2	2003	2,4	8,1
1983	-2,2	4,1	2004	8,1	6,4
1984	4,1	3,3	2005	6,4	5
1985	3,3	6,3	2006	5	9,4
1986	6,3	8,5	2007	9,4	1,7
1987	8,5	-0,1	2008	1,7	-6,5
1988	-0,1	0,3	2009	-6,5	-3,6
1989	0,3	1,2	2010	-3,6	2
1990	1,2	-0,2	2011	2	3,9
1991	-0,2	-3,4	2012	3,9	4,3
1992	-3,4	1,3	2013	4,3	2,2
1993	1,3	3,6	2014	2,2	4,3
1994	3,6	0,1	2015	4,3	7,5
1995	0,1	4,8	2016	7,5	3,6
1996	4,8	4,9	2017	3,6	
1997	4,9	7,1			
1998	7,1	3,9			
1999	3,9	4,6			
2000	4,6	3,9			

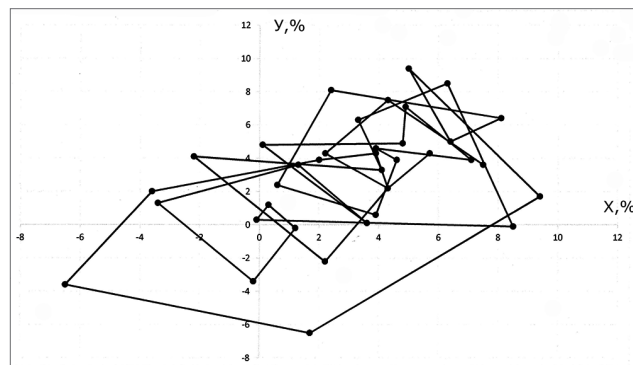


Рис. 9. Фазова траєкторія економіки Ісландії

ВИСНОВКИ

Аналіз представлених на рис. 2–9 фазових траєкторій динаміки ВВП дозволяє простежити кілька закономірностей розвитку передових країн Європи:

- переважна частина щорічного позитивного реального зростання ВВП;
- менше в порівнянні з рис. 1 число атракторів, знаходження більшої частини фазової траєкторії у верхній правій фазовій напівплощині;
- наявність граничних циклів (стійких атракторів) фазової траєкторії;
- при екзогенних шоках економічні системи переважно швидко повертаються до сталого стану;
- достатньо повне заповнення фазової площини, тобто ентропія системи невелика.

Тобто, створюючи топологію фазового портрета розглядуваної системи до подібності вище наведених, можна домогтися більш ефективного і стійкого стану економіки, що меншою мірою схильний як до екзогенних шоків, так і до ендогенних флуктуацій.

Аналогічні рекомендації, в силу того, що складові показники ВВП входять в нього адитивно, можуть бути поширені на всі елементи економічної системи, в тому числі і на систему ОПК.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Мясников А.А. Синергетические эффекты в современной экономике. М.: Книжный дом «Либроком». 2013. 160 с.
2. Пол А. Самуэльсон. Основы экономического анализа; пер. с англ.; под ред. П.А. Ватника. СПб.: Экономическая школа. 2002. XXX+604 с.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rbc.ua>.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://businessviews.com.ua/ru/economy/id/ekonomika-polschi-1930/>.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://acadrev.duan.edu.ua/images/PDF/2019/2/10.pdf>.
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.knoema.com/atlas/%d0%a8%d0%b2%d0%b5%d0%b9%d1%86%d0%b0%d1%80%d0%b8%d1%8f%d0%92%d0%92%d0%9f>.
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elibrary.ivinas.gov.ua/465/1/Entsyklopedia_verska-31-49.pdf.
8. <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fs0.rbk.ru>.
9. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2020-6_0-pages-17_22.pdf.
10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://take-profit.org/statistics/gdp/norway/>; <https://ru.investing.com/economic-calendar/norwegian-gdp-443>.
11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.knoema.com/atlas/%d0%98%d1%81%d0%bb%d0%b0%d0%bd%d0%b4%d0%b8%d1%8f%d0%92%d0%92%d0%9f>.
4. Available at: <https://businessviews.com.ua/ru/economy/id/ekonomika-polschi-1930>.
5. Available at: <https://acadrev.duan.edu.ua/images/PDF/2019/2/10.pdf>.
6. Available at: <https://ru.knoema.com/atlas/%d0%a8%d0%b2%d0%b5%d0%b9%d1%86%d0%b0%d1%80%d0%b8%d1%8f%d0%92%d0%92%d0%9f>.
7. Available at: https://elibrary.ivinas.gov.ua/465/1/Entsyklopedia_verska-31-49.pdf.
8. Available at: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fs0.rbk.ru>.
9. Available at: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2020-6_0-pages-17_22.pdf.
10. Available at: <https://take-profit.org/statistics/gdp/norway/>; <https://ru.investing.com/economic-calendar/norwegian-gdp-443>.
11. Available at: <https://ru.knoema.com/atlas/%d0%98%d1%81%d0%bb%d0%b0%d0%bd%d0%b4%d0%b8%d1%8f%d0%92%d0%92%d0%9f>.

Hamalii N.V., Lukhanin M.I., Sirenko V.Ye.,
Uruskiy O.S., Gavriluk I.Yu.

SINERGISTIC BENCHMARKING OF ECONOMIC SYSTEMS

Based on a synergetic approach to analyzing the state of economic systems, the possibility of classifying them based on the degree of stability is shown. An analysis of the state of economically developed European countries in terms of GDP was carried out using the qualitative theory of differential equations.

Based on this analysis, a comparison was made of the dynamics of the economic system of Ukraine and the developed main countries of Europe.

Conclusions are drawn about the unstable state of the economic system of Ukraine based on the high entropy in the system. The necessity of maintaining a constant positive trend in GDP changes to stabilize the state of the economic system is shown. The importance of limit cycles of the phase trajectory is shown, ensuring the presence of attractors to maintain system stability. The possibility is substantiated on the basis of synergetic (phase) benchmarking to carry out a synthesis of sustainable economic systems by selecting the necessary endogenous indicators.

Keywords: phase trajectory of development, phase area of the system state, exogenous shocks, endogenous fluctuations, synergetic benchmarking, attractor, entropy, limit cycle, bifurcation transition, phase portrait.

REFERENCES

1. Myasnikov, A.A. (2013). "Synerhetichnyi efekt v sovremennoy ekonomike" [Synergetic effects in the modern economy]. M: Librocom. 160 p.
2. Pol, A. Samuelson. (2002). "Osnovy ekonomicheskogo analiza" [Base of economic analysis], SPb, 604 p.
3. Available at: <https://www.rbc.ua>.

Відомості про авторів:**Гамалій Наталія Вікторівна**

старший науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-1505-854X>
e-mail: 1974gamalii@ukr.net

Луханін Михайло Іванович

доктор технічних наук, професор
головний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1919-8526>

Сіренко Володимир Євгенович

кандидат економічних наук
провідний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0857-993X>

Уруський Олег Семенович

доктор технічних наук
провідний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0837-1397>

Гаврилюк Іван Юрійович

Міністерство оборони України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3514-0738>

Information about the authors:**Nataliia Hamalii**

Senior Researcher
Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-1505-854X>
e-mail: 1974gamalii@ukr.net

Mykhailo Lukhanin

Doctor of Technical Sciences, professor
Chief Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1919-8526>

Volodymyr Sirenko

Candidate of Economical Sciences, Leading Researcher
Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0857-993X>

Oleh Uruskyi

Doctor of Technical Sciences
Leading Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0837-1397>

Ivan Gavriliuk

Ministry of Defense of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3514-0738>

Стаття надійшла до редколегії 02.07.2024.